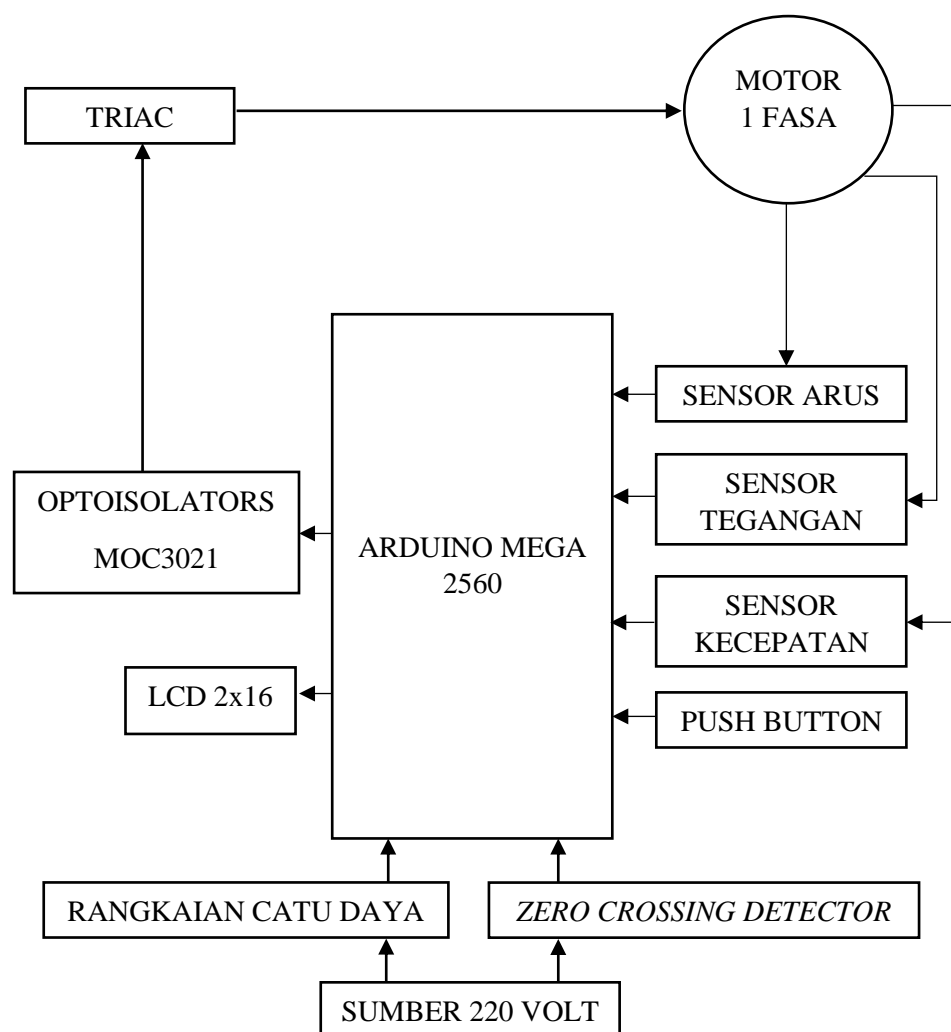


BAB III

RANCANG BANGUN *SOFT STARTING* PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA BERBASIS SENSOR ARUS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO MEGA 2560

3.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

Pada gambar 3.1, berdasarkan blok diagram rancang bangun *soft starting* pada motor induksi 1 fasa berbasis sensor arus menggunakan mikrokontroler Arduino mega 2560, memiliki tiga unsur utama, yaitu *input* (masukan), proses, dan *output* (keluaran) yang dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Push button* digunakan sebagai piranti masukan ke *Arduino mega 2560* yang terhubung melalui rangkaian *pull down* terlebih dahulu agar tidak terjadi *floating* pembacaan program pada mikrokontroler. *Push button* ini berfungsi untuk menjalankan sistem *soft start* secara otomatis
2. Mikrokontroler *Arduino mega 2560* digunakan sebagai pengendali masukan dan keluaran sistem, komunikasi data dan menjalankan sistem secara keseluruhan.
3. Sensor Arus ACS712. Sensor ini merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi besarnya arus yang mengalir pada rangkaian. Dalam tugas akhir ini, sensor arus akan membaca lonjakan arus *starting* dan arus nominal dari sumber arus listrik ke motor induksi 1 fasa.
4. Sensor Tegangan merupakan sensor yang berfungsi mendeteksi besarnya tegangan tersusun atas transformator *step down* sebagai penurun tegangan AC, diode sebagai penyearah, rangkaian pembagi tegangan sebagai pembatas tegangan keluaran sensor tegangan ini.
5. Sensor Kecepatan merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi nilai kecepatan rotasi per menit (RPM). Dalam tugas akhir ini, sensor kecepatan akan membaca nilai kecepatan putar motor

induksi 1 fasa dan akan ditampilkan nilai kecepatannya pada *serial monitor*.

6. Rangkaian *optoisolator* dan TRIAC merupakan kontak bantu untuk mengaktifkan motor induksi 1 fasa yang di control melalui mikrokontroler.
7. LCD digunakan sebagai *monitoring* hasil keluaran tegangan, arus, dan kecepatan pada motor induksi 1 fasa.

3.2 Cara Kerja Rangkaian Sistem

Agar memahami cara kerja sistem, terlebih dahulu harus memahami cara kerja tiap rangkaian sistem, berikut ini penjelasan mengenai cara kerja tiap rangkaian sistem yang terdiri dari rangkaian *mikrokontroler* Arduino Mega 2560, *power supply*, LCD, *optoisolator* TRIAC, sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan

3.2.1 Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroller yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibuthkan untuk sebuah mikrokontroller. Dengan

penggunaan yang cukup sederhana, kita hanya tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.

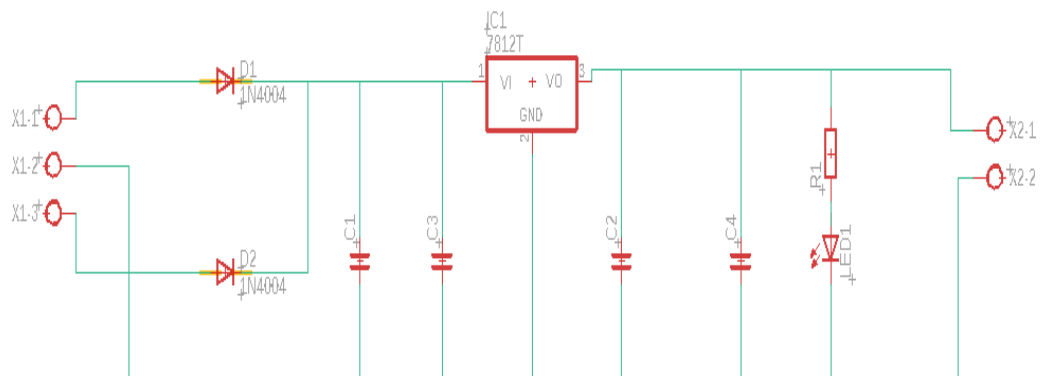
Pin – pin yang digunakan pada Arduino Mega 2560 pada alat ini yaitu:.

1. *Pin Digital I/O 9*, digunakan sebagai *pin digital* keluaran untuk *Optoisolators TRIAC*.
2. *Pin Digital I/O 2*, digunakan sebagai *pin digital* keluaran untuk *Zero Crossing Detector*.
3. *Pin Digital I/O 9*, digunakan sebagai *pin digital* keluaran untuk *Optoisolators TRIAC*.
4. *Pin Digital I/O 41*, digunakan sebagai *pin digital* masukan untuk *push button*.
5. *Pin Analog input A0*, digunakan sebagai *pin analog* masukan untuk rangkaian sensor arus.
6. *Pin Analog input A1*, digunakan sebagai *pin analog* masukan untuk rangkaian sensor tegangan.
7. *Pin Digital input 3*, digunakan sebagai *pin digital* masukan untuk sensor kecepatan

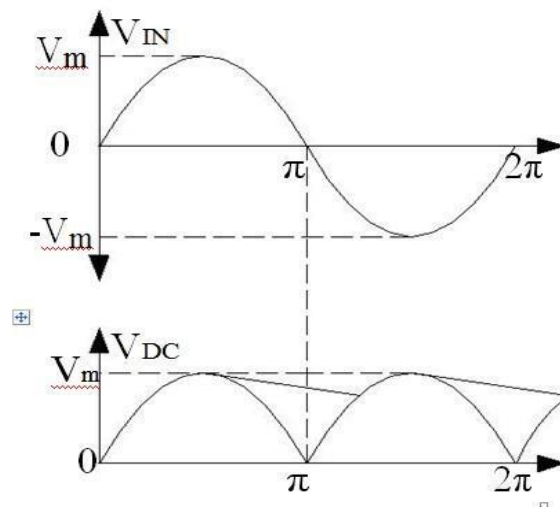
Pemrograman *board Arduino Due* dilakukan dengan menggunakan *Arduino Software* (IDE) dengan Bahasa pemrograman C++. Chip SAM3X8E CPU yang terdapat pada *Arduino Mega* telah diisi program awal yang sering disebut *bootloader*. *Bootloader* tersebut yang bertugas untuk memudahkan melakukan pemrograman lebih sederhana menggunakan *Arduino Software*, tanpa harus menggunakan tambahan *hardware* lain.

3.2.2 Rangkaian Power Supply

Penyearah (*rectifier*) berfungsi untuk mengubah tegangan AC bolak-balik menjadi tegangan DC searah. Pada tugas akhir ini menggunakan 2 buah dioda 1N4004 yang mampu menyearahkan tegangan bolak-balik sesuai dengan polaritasnya. Pada rangkaian ini dioda dipasang pada sisi-sisi positif di transformator dipasang dengan polaritas keluaran positif sehingga gelombang yang dikeluarkan oleh dioda hanya gelombang positif. Keluaran dari dioda kemudian dihubungkan ke kapasitor untuk menekan ripple yang terjadi dari proses penyearahan gelombang AC. Penyearah yang penulis buat ini merupakan penyearah simetris dengan jenis gelombang penuh yang menggunakan dua dioda dan transformator CT. Berikut adalah gambar rangkaian *power supply* pada 3.2 serta gelombang *output power supply* pada 3.3



Gambar 3.2 Power Supply



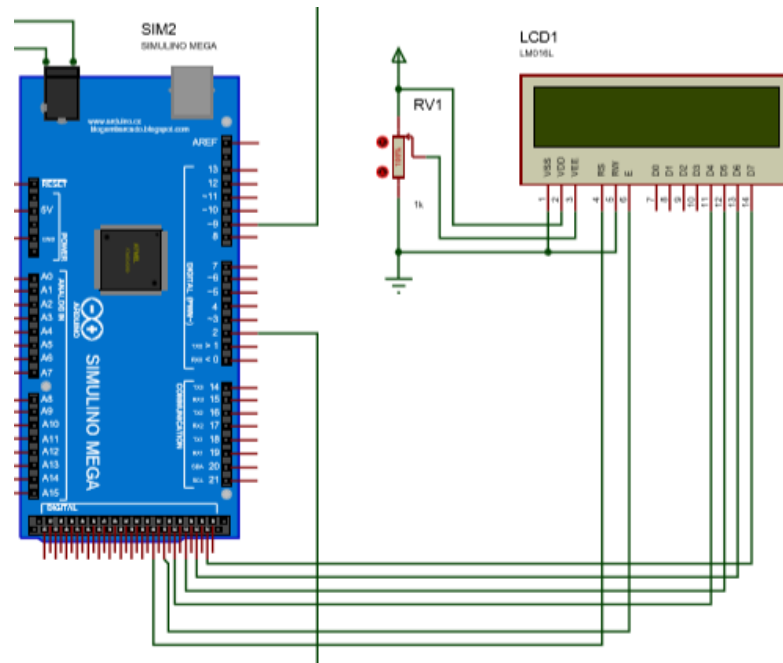
Gambar 3.3 Gelombang *Output Power Supply*^[1]

Garis antar puncak puncak bukanlah garis lurus, merupakan garis eksponensial sesuai dengan sifat pengosongan kapasitor. Kemiringan garis tersebut tergantung pada besar I yang mengalir pada beban. Jika tidak ada beban atau $I = 0$. Maka garis akan semakin membaentuk garis lurus, tetapi bila beban arus semakin besar maka kurva garis akan semakin tajam. Besar tegangan keluar akan membentuk gigi gergaji dengan tegangan ripple yang besarnya $V_{rms} = \sqrt{2} V_{input}$.

3.2.3 Rangkaian LCD (*Liquid Crystal Display*)

Modul *Liquid Crystal Display* (LCD) merupakan modul display yang serbaguna, karena dapat digunakan untuk menampilkan berbagai tampilan baik berupa huruf, angka dan karakter lainnya serta dapat menampilkan berbagai macam tulisan maupun pesan – pesan pendek lainnya. Rangkaian penampil LCD pada

system ini difungsikan untuk menampilkan nilai tegangan antar fasa, nilai arus tiap fasa, besar kecepatan putar motor induksi 1 fasa seperti gambar 3.4



Gambar 3.4 Rangkaian LCD

Rangkaian modul LCD merupakan rangkaian keluaran dari mikrokontroller yang digunakan sebagai display atau tampilan, yaitu yang mempunyai ukuran 16x4. Maksudnya LCD mampu menampilkan 16 karakter tiap barisnya dalam 4 baris tampilan, sehingga tampilan yang dihasilkan berjumlah 64 karakter.

Modul pada LCD terdiri dari sejumlah memori yang digunakan untuk tampilan. Fungsi dari memori adalah untuk menyimpan semua teks yang akan kita tuliskan ke modul. Modul LCD secara berurutan akan membaca memori sehingga teks dapat ditampilkan pada modul LCD itu sendiri:

1. *Pin* LCD nomor 4 (RS)

Merupakan *Register Selector* yang berfungsi memilih *register control* untuk mengkonfigurasi LCD atau *register data* untuk menulis data karakter ke memori LCD. Sehingga dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju ke modul LCD.

2. *Pin* LCD nomor 5 (R/W)

Pin ini berfungsi untuk memilih data apa yang digunakan baik itu *READ* atau *WRITE*. Untuk memfungsikan perintah *WRITE* maka R/W *low* atau dihubungkan ke GND. Sedangkan untuk membaca karakter ke modul *READ* maka R/W *high*.

3. *Pin* LCD nomor 6 (*ENABLE*)

Pin ini digunakan untuk *transfer* actual dari perintah – perintah atau karakter (*register control*) antara modul dengan hubungan data (*register data*) pada LCD.

4. V_{EE} (V_{LC}) merupakan *pin* untuk terminal catu daya untuk pengendalian tampilan LCD, yaitu mengatur ketajaman tampilan atau tingkat kontras pada layer.

5. V_{CC} merupakan *pin* untuk terminal catu daya +5 volt.

6. V_{SS} merupakan *pin* *grounding* (0 volt).

Hubungan *pin – pin* dari LCD ke *Arduino Mega 2560*

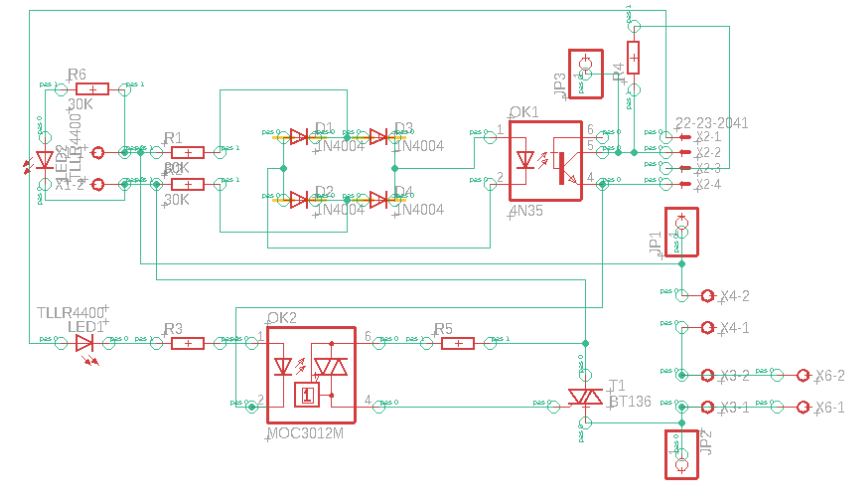
1. *Pin* RS (kaki 4) disambungkan dengan *Arduino pin digital* 33. Mengatur *register control* dan *register data* pada modul LCD.

2. *Pin E* (kaki 6) disambungkan dengan *Arduino pin digital 31*.
Mengaktifkan LCD pada proses penulisan data ke *register control* dan *register data* LCD.
3. *Pin D4* (kaki 11) disambungkan dengan *Arduino pin digital 29*.
Merupakan jalur data atau bus data dimana data dapat ditransfer dari dan ke *display*.
4. *Pin D5* (kaki 12) disambungkan dengan *Arduino pin digital 27*.
Merupakan jalur data atau bus data dimana data dapat ditransfer dari dan ke *display*.
5. *Pin D6* (kaki 13) disambungkan dengan *Arduino pin digital 25*.
Merupakan jalur data atau bus data dimana data dapat ditransfer dari dan ke *display*.
6. *Pin D7* (kaki 14) disambungkan dengan *Arduino pin digital 23*.
Merupakan jalur data atau bus data dimana data dapat ditransfer dari dan ke *display*.

3.2.4 Konsep dan Rangkaian *Soft Start*

Soft starter dipergunakan untuk mengatur/ memperhalus start dari elektrik motor. Prinsip kerjanya adalah dengan mengatur tegangan yang masuk ke motor. Pertama-tama motor hanya diberikan tegangan yang rendah sehingga arus dan torsi pun juga rendah. Pada level ini motor hanya sekedar bergerak perlahan atau hanya berbunyi dan tidak menimbulkan kejutan. Selanjutnya tegangan akan dinaikan secara bertahap sampai ke nominal tegangannya dan motor akan berputar

dengan kondisi RPM yang nominal. Berikut adalah gambar rangkaian *soft start* yang dapat dilihat pada gambar 3.5



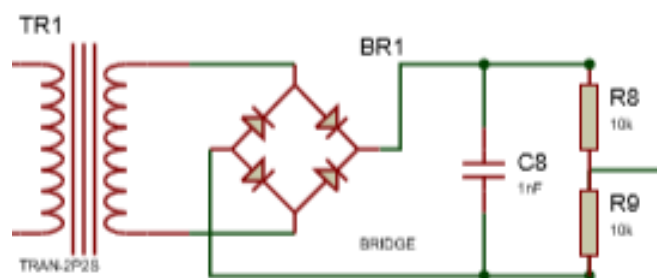
Gambar 3.5 Rangkaian *Soft Start*

Pada alat, penulis membuat rangkaian *soft start* dengan menggunakan komponen utama yaitu TRIAC BTA41600B dan rangkaian yang mengatur trigger TRIAC. Prinsip kerja rangkaian pada gambar 3.5 adalah dengan memanfaatkan suatu masukan sinyal pemicuan dari Arduino yang berupa pulsa *high* selama waktu tertentu akan mengalirkan arus ke dalam komponen LED OPTOISOLATOR MOC 3021. Selanjutnya LED akan mengaktifkan *output* yaitu TRIAC. Akibatnya TRIAC BTA41600B akan terpicu sehingga motor akan teraliri arus listrik. Dengan diaturnya waktu pemberian sinyal pemicuan maka besarnya arus yang diterima motor juga akan bervariasi.

3.2.5 Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mendapatkan parameter tegangan pada keluaran motor dengan menggunakan rangkaian sensor tegangan yang telah dirancang dan kemudian diproses oleh mikrokontroler *Arduino Mega 2560* melalui *pin analog* 1 sehingga dapat mengetahui besar tegangan keluaran yang ditampilkan pada *display*.

Rangkaian sensor tegangan pada prinsipnya yaitu melakukan pencuplikan tegangan yang mengalir masuk ke sistem pengukuran. Rangkaian ini pada intinya terdiri dari transformator *step down* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan, rangkaian penyearah, *filter* kapasitor serta rangkaian pembagi tegangan. Rangkaian dari sensor tegangan di tunjukan pada gambar 3.6 terdapat 2 buah resistor di setiap rangkaian sensor tegangan. Resistor tersebut merupakan resistor yang digunakan sebagai pembagi tegangan yang akan menurunkan tegangan dari tegangan sumber menjadi tegangan yang dikehendaki.



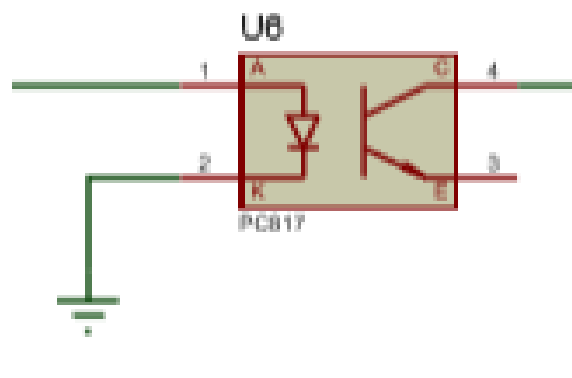
Gambar 3.6 Rangkaian Sensor Tegangan

Nilai tegangan awal antar fasa adalah 220 volt. Sensor tegangan ini tidak langsung terhubung dengan sumber tegangan 220 volt, karena tegangan tersebut dirasa terlalu bahaya untuk langsung diolah, baik bagi alat maupun bagi pengguna. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibutuhkan transformator *step down* yang digunakan untuk menurunkan tegangan tersebut menjadi tegangan yang diinginkan. Kemudian tegangan tersebut disearahkan menggunakan diode penyearah gelombang penuh sehingga didapatkan tegangan keluaran volt DC yang bervariasi karena tegangan sumber antar fasanya pun juga bervariasi.

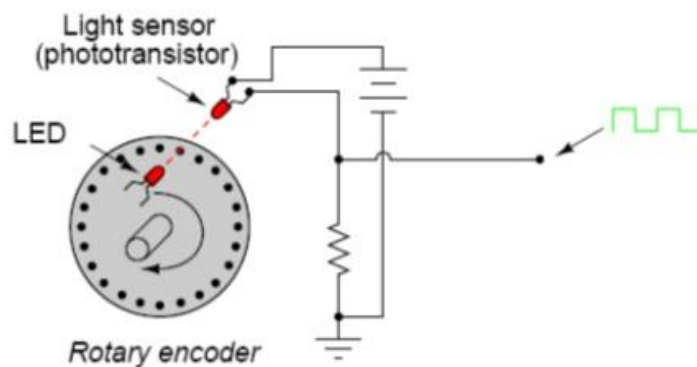
Penyearah yang dihasilkan oleh dioda tersebut belum benar benar rata seperti tegangan DC pada umumnya, oleh Karena itu diperlukan kapasitor yang berfungsi sebagai *filter* (penyaring) untuk menekan *ripple* yang terjadi pada proses penyearahan gelombang AC. Kemudian tegangan DC yang sudah melewati proses penyaringan dengan kapasitor tersebut akan melewati rangkaian pembagi tegangan yang bertujuan untuk membagi tegangan yg keluar dengan tegangan yang diinginkan untuk selanjutnya di proses pada mikrokontroler *Arduino Due* melewati pin analog yang tersedia, kemudian ADC (*Analog to Digital Converter*) akan mengubah nilai tegangan analog kedalam bentuk digital yang digunakan. Besar tegangan keluaran pembagi tegangan tersebut nantinya akan masuk ke mikrokontroler *Arduino Due* melalui *pin analog input 1* ADC (*Analog to Digital Converter*) akan mengubah nilai tegangan analog ke dalam nilai tegangan digital yang digunakan.

3.2.6 Rangkaian Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan yang digunakan pada sistem ini adalah sensor *optocoupler*. *Optocoupler* adalah suatu piranti yang terdiri dari 2 bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*, yaitu antara bagian cahaya dengan bagian deteksi sumber cahaya terpisah, seperti pada gambar 3.7 dan 3.8^[1]



Gambar 3.7 Sensor *Optocoupler*



Gambar 3.8 Pemasangan Sensor *Optocoupler*^[1]

(Sumber : Dodi, Ardiansyah. 2018. Tugas Akhir. Semarang: Universitas Diponegoro)

Optocoupler merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu *on/off* nya. *Opto* berarti *optic* dan *coupler* berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa *optocoupler* merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optic *optocoupler* termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu *transmitter* dan *receiver*. *LED* infra merah ini merupakan komponen elektronika yang memancarkan cahaya infra merah dengan konsumsi daya sangat kecil. Jika diberi prasiap maju, *LED* infra merah yang terdapat pada *optocoupler* akan mengeluarkan panjang gelombang sekitar 0,9 mikrometer sedangkan *phototransistor* memiliki sambungan kolektor–basis yang besar dengan cahaya infra merah, karena cahaya ini dapat membangkitkan pasangan lubang elektron. Dengan diberi prasiap maju, cahaya yang masuk akan menimbulkan arus pada kolektor.

Cara kerja *optocoupler* adalah jika antara *phototransistor* dan *LED* terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *off* sehingga *output* akan berlogika *high*. Sebaliknya jika antara *phototransistor* dan *LED* tidak terhalang maka *phototransistor* dan *LED* tidak terhalang maka *phototransistor* tersebut akan *on* sehingga outtnya akan berlogika *low*.

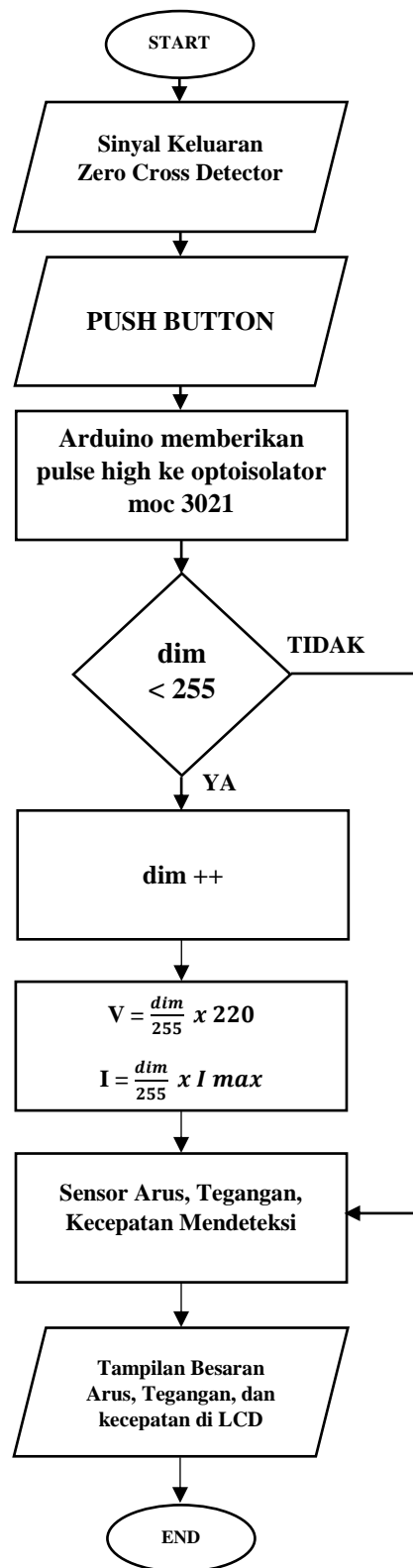
3.3 Cara Kerja Alat

Cara kerja dari alat rancang bangun *soft starting* pada motor induksi satu fasa berbasis sensor arus menggunakan mikrokontroler *arduino mega 2560* ini yaitu:

1. *Zero Crossing Detector* memberikan nilai waktu tunda untuk pemicuan *triac*
2. Mikrokontroler mendapat inputan dari push button untuk mengaktifkan dan mematikan system.
3. Kemudian mikrokontroler memberikan perintah ke TRIAC melalui *optoisolator MOC 3021*
4. Setelah itu tegangan dan arus akan masuk ke dalam motor secara bertahap
5. Kemudian sensor arus, sensor tegangan, dan sensor kecepatan akan membaca keluaran pada motor.
6. Kemudian keluarran arus, tegangan, serta kecepatan pada motor tersebut akan ditampilkan ke LCD.

3.4 Gambar Rangkaian Keseluruhan

3.5 Flowchart



Gambar 3.10 Flowchart Soft Start Motor Induksi 1 Fasa Menggunakan Arduino Mega 2560